

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-300760

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

H02K 21/22  
 H02J 15/00  
 H02K 5/16  
 H02K 7/09  
 // F16C 19/04

(21)Application number : 2001-100163

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 30.03.2001

(72)Inventor : SAKURAI TAKAO  
 ISOBE SHINICHI  
 KAWASHIMA YUTAKA

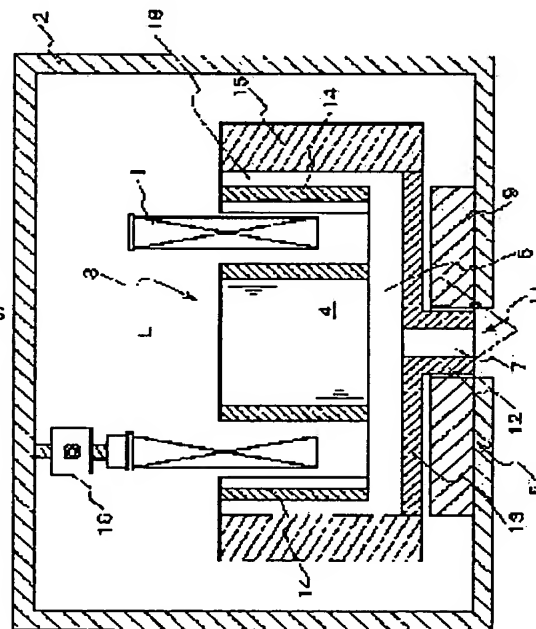
## (54) MOTOR/GENERATOR, AND ITS ELECTRIC POWER STORAGE/VOLTAGE CONTROL METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control and maintain induced voltage within a proper range.

SOLUTION: This motor/generator is constituted of a stator 1, a rotor 3 which receives torque relative to the stator 1 by magnetic mutual action received from the stator 1, and a position adjuster 16 which adjusts the axial directional position of the stator 1 to the rotor 3. The magnetic interaction between the rotor 3 and the stator 1 can be made changeable.

Changeability like this corresponds to controlling of such various electrical and magnetic output variables as induced voltage of the stator 1 and the like independent of such control variables as rotating speed of the rotor, supply current to the stator and the like, and it allows a new technological evaluation of a generator and a motor/generator; especially it optimizes a superconducting bearing flywheel power storage. It is preferable that the stator is of coreless type. It is important that the position adjuster 16 has a locking function to fix the axial direction position to an arbitrary position. It can favorably be utilized for the superconducting bearing flywheel power storage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The motor and generator containing a stator, Rota which receives turning effort relatively to said stator by the magnetic interaction received from said stator, and the justification machine which adjusts the axial direction location of said stator to said Rota.

[Claim 2] Said justification machine is the motor and generator of claim 1 which has the lock function which fixes said axial direction location in the location of arbitration.

[Claim 3] They are the motor and generator of claim 1 which said stator is core loess and has the lock function to which said justification machine fixes said axial direction location in the location of arbitration.

[Claim 4] They are the motor and generator of one claim which said bearing is equipped with thrust bearing and radial bearing, including further the bearing which supports said Rota, and is chosen from claims 1-3 which support said thrust bearing and said radial bearing of each other by the magnetic interaction, and suit.

[Claim 5] Said magnetic interaction is the motor and generator of claim 4 by superconduction.

[Claim 6] Said justification machine and said stator are the motor and a generator of claim 4 with which it is arranged to the same side at mirror symmetry, and said same field lies at right angles to the axial center line of said radial bearing.

[Claim 7] They are the motor and generator of claim 6 said whose radial bearing said axial center line is horizontally suitable, and is a ball bearing.

[Claim 8] Said ball bearing is the motor and generator of claim 7 which is a magnetic bearing.

[Claim 9] Said Rota is the motor and generator of one claim chosen from claims 1-8 which are Rota used as the object for wind mills, the object for electric vehicles, and one application chosen from the set for gas turbines.

[Claim 10] The power storage condition of the motor and generator which is the power storage condition of the motor and generator which consists of Rota arranged at the same axle, and a stator, and includes moving said stator to the shaft orientations of said same axle to said Rota.

[Claim 11] Said thing [ making it move ] is the power storage condition of the motor and generator of claim 10 which is making small eddy current loss which is made to increase the distance between said stators and said Rota at the time of stationary energy storage, and is generated in a coil at it.

[Claim 12] Said thing [ making it move ] is the power storage condition of the motor and generator of claim 10 equipped with maintaining said induced voltage uniformly in case the rotational frequency of said Rota changes.

[Claim 13] Said thing [ making it move ] is the power storage condition of the motor and generator of one claim chosen [ fixing the migration location of said stator, and ] from claims 10-12 which it has further.

[Claim 14] Said motor and generator are the power storage condition of the motor and generator of one claim chosen from claims 10-13 which are the motor and generator of one application chosen from the set which uses the object for wind power, the object for electric vehicles, the object for a dc-battery drive, and the object for gas turbine direct connection as an element.

[Claim 15] Including a stator and Rota, said stator is [ as opposed to / relatively / said Rota ] the generator which can be displaced to shaft orientations.

[Claim 16] The armature-voltage control approach of the generator which is the armature-voltage control approach of the generator which consists of Rota arranged at the same axle, and a stator, and includes moving said stator to the shaft orientations of said same axle to said Rota.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the motor and generator for superconduction bearing and flywheel mold stationary energy storage, and its stationary energy storage and armature-voltage control approach about a motor, a generator, and its stationary energy storage and armature-voltage control approach.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] The motor and an electromagnetic-induction rotating machine like a generator form conventionally the magnetic path which serves as a path as magnetic flux into a stator. The magnetic way is formed with the iron core magnetic substance. Although iron loss generated the iron core, it was important to maximize the magnetic interaction force with the permanent magnet in Rota relatively rotated to the stator and stator which generate magnetic flux, and the iron core was indispensable conventionally. The advance of the latest permanent magnet makes such an iron core unnecessary. The core loess rotating machine which does not use an iron core is known for JP,8-126275,A.

[0003] Such a core loess rotating machine without iron loss is effective especially when used as the motor and generator, or the generator and the motor for stationary energy storage which it is simplified with a motor and a generator, and is an input machine of energy, and is an output machine of energy. As for the motor and generator with which it is required that the kinetic energy which is rotational energy should be saved in long duration, it is desirable not to be restricted to iron loss but to remove the various causes of loss. Bearing resistance friction and air resistance friction other than iron loss are one of causes of loss. The loss by air resistance friction may be effectively mitigated by arranging a rotary machine in a vacuation room. The loss by bearing resistance friction is effectively mitigated by substituting a magnetic bearing for bearing from mechanical bearing.

[0004] Eccentricity of the rotor shaft supported by the magnetic bearing, especially the mechanical non-contacted Rota bearing can be carried out to a radial direction. If a rotor shaft carries out eccentricity to a radial direction, the rotation-balance between a stator side coil and the Rota side magnet will be torn, the bearing capacity of the radial direction of the magnetic bearing will increase sharply, and induction of the mechanical oscillation oscillation will be carried out based on the magnetic-attraction force and magnetic bearing bearing capacity. Such an oscillation is not desirable. The core loess rotating machine is effective also in control of such an oscillation.

[0005] Change of the magnetic flux by rotation of the Rota permanent magnet of a core loess rotating machine generates an eddy current slightly to stator winding. Generation of such an eddy current must have been strictly avoided, although it can create by using the Ritz coil (referring to JP,8-126275,A) for stator winding. With the motor and generator used for the application of long duration preservation which stores power at Nighttime and emits the power to day ranges, generating of slight power loss is not fatally good. When the rotational frequency is low, the induced voltage is low, input/output operation does not come into effect, but conversely, when the rotational frequency is high, the induced voltage becomes high too much, and the rotating machine with which induced voltage rises in proportion to a rotational frequency has a possibility of causing device damage exceeding pressure-proofing of an electric configuration element not only like a generator coil but a power converter.

[0006] Controlling and maintaining induced voltage in the proper range is called for. Especially, proper control of induced voltage is desired with a flywheel mold motor and a generator.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technical problem of this invention is to offer the motor and generator which can control and maintain induced voltage in the proper range, and its stationary energy storage and armature-voltage control approach. Especially other technical problems of this invention are to offer the motor and generator which can control and maintain the induced voltage in the proper range with a flywheel mold, and its stationary energy storage and armature-voltage control approach.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The means for solving a technical problem is expressed as follows. The account of \*\* of a number, the notation, etc. is carried out to the technical matter which appears during the expression with parenthesis (). give the number, a notation, etc. to the technical matter currently especially expressed by the technical matter which constitutes the plurality and gestalt of operation of this invention, the gestalt of at least one operation in two or more examples, or two or more examples, and the drawing corresponding to the gestalt or example of the operation — it is in agreement with a \*\*\*\*\* reference number, a reference designator, etc. Such a reference number and the reference designator clarify correspondence and correspondence with a technical matter given in a claim, the gestalt of operation, or the technical matter of an example. Such correspondence and correspondence do not mean that a technical matter given in a claim is limited to the gestalt of operation, or the technical matter of an example, and is interpreted.

[0009] The motor and the generator by this invention consist of justification machines (16) which adjust the axial direction location of a stator (Rota (3 which receives turning effort relatively to a stator (1) by 1) and the magnetic interaction received from a stator (1)), and a stator (1) to Rota (3). Good change of the magnetic interaction force between Rota (3) and a stator (1) can be carried out. Such good change is equivalent to making electric and magnetic various output variables like the induced voltage of a stator (1) become independent of the rotational frequency of Rota, and a control variable like the supply current of stator winding, and controlling them, enables new technical expansion of a generator, and a motor and a generator, and optimizes superconduction bearing mold flywheel type stationary energy storage especially. As for a stator, it is desirable that it is core loss.

[0010] A justification machine (16) is very important for having the lock function which fixes the axial direction location in the location of arbitration. The lock function can make control of electric I/O highly precise. For the lock device, two or more already established techniques may be applied as it is suitably.

[0011] Naturally the bearing which supports Rota is given. Bearing is equipped with thrust bearing and radial bearing. As for thrust bearing and radial bearing, it is desirable to support mutually by the magnetic interaction and to suit. In this case, a magnetic interaction has especially the desirable thing currently formed of the super-conductive magnet.

[0012] A justification machine (16) and a stator (1) are arranged to the same field at mirror symmetry, and the same field lies at right angles to the axial center line (L of drawing 4) of radial bearing. In this case, the axial center line (L) is horizontally suitable, and radial bearing is a ball bearing (21). A ball bearing may be superconduction bearing.

[0013] As for Rota, it is effective that it is especially Rota used as the object for wind mills, the object for electric vehicles, and one application chosen from the set for gas turbines. When used for such an application, the motor of a wind mill and an electric vehicle and the output shaft of a gas turbine will be combined with the single I/O shaft of a motor and a generator.

[0014] The power storage condition of the motor and generator by this invention is a power storage condition of the motor and generator which consists of Rota arranged at the same axle, and a stator, and consists of moving a stator (1) to the shaft orientations of the same axle to Rota (3). The thing [making it move] is making small eddy current loss which is made to increase the distance between stators (1) and Rota (3) at the time of stationary energy storage, and is generated in a coil at it. Further, the thing [making it move] is equipped with maintaining induced voltage uniformly, in case the rotational frequency of Rota (3) changes. Especially the thing for which it has fixing the migration location of a stator (1) further is important for the thing [making it move].

[0015]

[Embodiment of the Invention] Corresponding to drawing, as for the gestalt of operation of the motor and generator by this invention, Rota is prepared with the stator. As shown in drawing 1, the stator 1 fixed to the casing 2 belonging to a whole system internal-fixation system, and has started. The coil organizer formed in the shape of a cylinder is attached in the stator 1, it is desirable that it is especially core loess, and, as for the stator coil, being formed with litz wire is still more desirable.

[0016] Rota 3 is arranged on the same axle at the stator 1. Rota 3 is formed from the revolving-shaft body 4 which is a hub spindle, the flange 5 which forms a hub, and the lower part shaft 7 combined with the revolving-shaft body 4 in the lower part at one at the same axle. A flange 5 is formed in a major diameter from the revolving-shaft body 4, and the lower part shaft 7 is formed in the minor diameter from the revolving-shaft body 4.

[0017] Through the permanent magnet 12 and the permanent magnet 13, to casing 2, the bearing of Rota 3 is carried out and it is supported. As for the fixed system side super-conductive magnet 9, it is desirable to be formed in a whole place ring field with the magnetic interaction matter object arranged continuously or partially in coaxial line at the revolving-shaft core wire L which is suitable in the direction of a vertical of Rota 3. The permanent magnet of a rotation system side shaft receiving part is formed from a part for the cylinder part 12 and a flange 13. The rotation system side shaft carrier is formed in the revolving-shaft core-wire symmetry.

[0018] The peripheral face of a permanent magnet 12 countered the inner skin of a super-conductive magnet 9 through the proper clearance, and the inferior surface of tongue of a permanent magnet 13 has countered the top face of a super-conductive magnet 9 through a proper clearance. The super-conductive magnet 9 and the rotation system side shaft carrier locate and suit no contacting mechanically mutually. The thrust bearing which supports mutually according to the Meissner Effect which a super-conductive magnet 9 and a permanent magnet 13 oppose by the magnetic interaction, and suit, and suits is formed, and the radial bearing which supports mutually according to the Meissner Effect which a super-conductive magnet 9 and a permanent magnet 12 oppose by the magnetic interaction, and suit, and suits is formed. Although bearing has the bearing effectiveness by the superconduction phenomenon with this gestalt of operation, it is possible for bearing to be formed with the usual state electrical conduction (conduction) matter, and to be formed by the ball bearing.

[0019] Rota 3 has further the magnet 14 arranged at a multi-electrode. Two or more magnets 14 form effective line of magnetic force in a radial direction. It has combined with the peripheral face of a revolving-shaft body, and the inferior surface of tongue of a flange 5 firmly partially, and a magnet 14 rotates on the same axle to a stator 1 as a part of Rota 3. Rota 3 has further the flywheel 15 which functions as a kinetic-energy preservation object. The flywheel 15 is manufactured in a circle or in the shape of a cylinder by FRP.

[0020] it was firmly combined with the iron core 18 by this body, and the flywheel 15 was partially looked like [ the inner skin of an iron core 18 ], and has joined the magnet 14 firmly. A flywheel 15 is sticky, and its specific gravity is large firmly in comparison to a centrifugal force, and it is suitable as a flywheel formation ingredient. A stator 1, a magnet 14, and an iron core 18 form a synchronous motor, and constitute the motor and the generator (electrical energy I/O machine). With this gestalt of operation, such a motor and a generator are in agreement with a flywheel mold power reservoir (identical with and identified).

[0021] The jack 16 for rise and fall as a justification machine is supported by casing 2. Especially the thing for which it has the function which builds in the rise-and-fall object (not shown) which drives in [ for rise and fall ] jack 16 oil pressure or electrically, and goes up and down in the direction of a vertical, and is fixed firmly in the rise-and-fall (variation rate) location is important. The jack 16 for rise and fall is the common knowledge device (instantiation: hydraulic jack) which can consist of a cylinder and a piston, can maintain the closing motion valve which confines in the cylinder room the pressure oil supplied to the cylinder room to a closed state, and can fix a stator 1 to the rise-and-fall location of arbitration, when this is oil pressure-like. The jack 16 for rise and fall is the common knowledge device (instantiation: motor for rotary head control of the engine lathe which is an NC machine tool) in which gear to an electric motor, the ball screw which is the output revolving shaft, and its ball screw, consist of rise-and-fall objects which carry out rise-and-fall displacement, fix the body of revolution of a motor to the rotation location of arbitration by two or more internal and external other pole fields, and station

keeping is performed, when this is electric. The shaft-orientations relative location of a stator 1 and a magnet 14 may be adjusted free by the control drive of the jack 16 for rise and fall.

[0022] Although it is fundamentally important at a rotating machine, a stator 1, shaft-orientations migration of Rota 3, and immobilization of the migration location of arbitration are important especially when Rota is a large mass body. the rotational speed of a large mass body — the electrical and electric equipment — a magnetic physical event is influenced excessively. A stator 1 and shaft-orientations migration of Rota 3 can ease the excessive nature effectively. It becomes more important that stator rotor-shaft migration of the motor and generator of a stationary-energy-storage system by which the superconduction bearing which performs conversion between mechanical energy and electric energy is used will perform the conversion smoothly if a quantity to be stored becomes large. This invention may be applied effective also in a motor.

[0023] Drawing 2 shows other gestalten of operation of the motor and generator by this invention. These gestalten of operation differ fundamentally in that the gestalt and revolving shaft of previous statement of operation are horizontally suitable. Bearing is formed of two ball bearings 21 which an axial center line turns to horizontally.

[0024] Drawing 3 shows the gestalt of further others of operation of the motor and generator by this invention. This gestalt of operation is the same at the point that the gestalt and revolving shaft of previous statement of drawing 3 of operation are horizontally suitable. With this gestalt of operation, the revolving-shaft body 4, the magnet 14, the flywheel 15, and the justification machine 16 are formed in mirror symmetry to one vertical plane which intersects perpendicularly with revolving-shaft core wire. The justification machine 16 arranged as a pair at both sides is controlled synchronous, and is driven.

[0025]

[Effect of the Invention] The motor and generator by this invention, and its stationary energy storage and armature-voltage control approach can control and maintain induced voltage in the proper range, and it is a flywheel mold superconduction bearing type energy storage system, and they are especially large. [ of the technical effectiveness of controlling induced voltage in the proper range ]

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is the sectional view showing the gestalt of operation of the motor and generator by this invention.

[Drawing 2] Drawing 2 is the sectional view showing other gestalten of operation of the motor and generator by this invention.

[Drawing 3] Drawing 3 is the sectional view showing the gestalt of further others of operation of the motor and generator by this invention.

[Description of Notations]

1 -- Stator

3 -- Rota

11 -- Bearing

13 -- Permanent magnet

16 -- Justification machine

21 -- Ball bearing

L -- Axial center line

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-300760

(P2002-300760A)

(43)公開日 平成14年10月11日(2002.10.11)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\*(参考)

H 0 2 K 21/22

H 0 2 K 21/22

B 3 J 1 0 1

H 0 2 J 15/00

H 0 2 J 15/00

A 5 H 6 0 5

H 0 2 K 5/16

H 0 2 K 5/16

Z 5 H 6 0 7

7/09

7/09

5 H 6 2 1

// F 1 6 C 19/04

F 1 6 C 19/04

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-100163(P2001-100163)

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(22)出願日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(72)発明者 桜井 貴夫

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社産業機器事業部内

(72)発明者 磯部 真一

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社産業機器事業部内

(74)代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

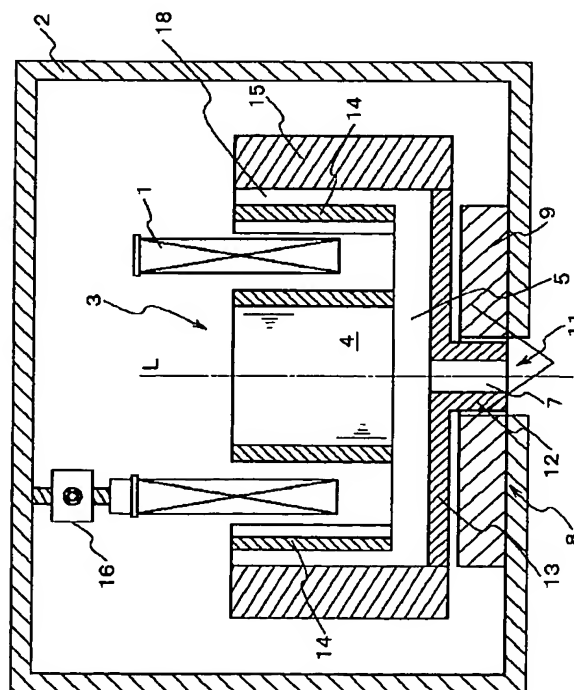
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動機・発電機、及び、その電力貯蔵・電圧制御方法

(57)【要約】

【課題】誘起電圧を適正な範囲に制御して維持すること。

【解決手段】ステータ1と、ステータ1から受ける磁気的相互作用によりステータ1に対して相対的に回転力を受けるロータ3と、ステータ1のアキシャル方向位置をロータ3に対して調整する位置調整器16とから構成されている。ロータ3とステータ1との間の磁気的相互作用力を可変化することができる。このような可変化は、ステータ1の誘起電圧のような電氣的・磁氣的な多様な出力変数をロータの回転数、ステータ巻線の供給電流のような制御変数から独立させて制御することに対応し、発電機・電動機・発電機の新しい技術的展開を可能にし、特に、超電導軸受型フライホイール式電力貯蔵を最適化する。ステータはコアレスであることが好ましい。位置調整器16がアキシャル方向位置を任意の位置で固定するロック機能を有することは非常に重要である。超電導軸受・フライホイール型電力貯蔵のために特に好適に利用され得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】ステータと、  
前記ステータから受ける磁氣的相互作用により前記ステータに対して相対的に回転力を受けるロータと、  
前記ステータのアキシアル方向位置を前記ロータに対して調整する位置調整器とを含む電動機・発電機。

【請求項 2】前記位置調整器は、前記アキシアル方向位置を任意の位置で固定するロック機能を有する請求項 1 の電動機・発電機。

【請求項 3】前記ステータはコアレスであり、  
前記位置調整器は、前記アキシアル方向位置を任意の位置で固定するロック機能を有する請求項 1 の電動機・発電機。

【請求項 4】前記ロータを支持する軸受を更に含み、  
前記軸受は、  
スラスト軸受と、  
ラジアル軸受とを備え、  
前記スラスト軸受と前記ラジアル軸受は磁氣的相互作用により互いに支持しあう請求項 1～3 から選択される 1 請求項の電動機・発電機。

【請求項 5】前記磁氣的相互作用は超電導による請求項 4 の電動機・発電機。

【請求項 6】前記位置調整器と前記ステータとは、同一面に対して鏡面对称に配置され、前記同一面は前記ラジアル軸受の軸心線に直交している請求項 4 の電動機・発電機。

【請求項 7】前記軸心線は、水平方向に向いていて、前記ラジアル軸受は玉軸受である請求項 6 の電動機・発電機。

【請求項 8】前記玉軸受は磁気軸受である請求項 7 の電動機・発電機。

【請求項 9】前記ロータは、風車用、電気自動車用、ガスタービン用の集合から選択される 1 用途として用いられるロータである請求項 1～8 から選択される 1 請求項の電動機・発電機。

【請求項 10】同軸に配置されるロータとステータとからなる電動機・発電機の電力貯蔵方法であり、  
前記ステータを前記ロータに対して前記同軸の軸方向に移動させることを含む電動機・発電機の電力貯蔵方法。

【請求項 11】前記移動させることは、  
電力貯蔵時に、前記ステータと前記ロータとの間の距離を増加させ、コイルに発生する渦電流損を小さくすることである請求項 10 の電動機・発電機の電力貯蔵方法。

【請求項 12】前記移動させることは、  
前記ロータの回転数が増加する際に、前記誘起電圧を一定に維持することを備える請求項 10 の電動機・発電機の電力貯蔵方法。

【請求項 13】前記移動させることは、前記ステータの移動位置を固定することを更に備える請求項 10～12 から選択される 1 請求項の電動機・発電機の電力貯蔵方

法。

【請求項 14】前記電動機・発電機は、風力発電用、電気自動車用、バッテリー駆動用、ガスタービン直結用を要素とする集合から選択される 1 用途の電動機・発電機である請求項 10～13 から選択される 1 請求項の電動機・発電機の電力貯蔵方法。

【請求項 15】ステータと、

ロータとを含み、

前記ステータは相対的に前記ロータに対して軸方向に変位可能である発電機。

【請求項 16】同軸に配置されるロータとステータとからなる発電機の電圧制御方法であり、

前記ステータを前記ロータに対して前記同軸の軸方向に移動させることを含む発電機の電圧制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動機・発電機、及び、その電力貯蔵・電圧制御方法に関し、特に、超電導軸受・フライホイール型電力貯蔵のための電動機・発電機、及び、その電力貯蔵・電圧制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】電動機、発電機のような電磁誘導回転機は、従来、磁束の通り道となる磁路をステータ中に形成している。その磁気路は、鉄心磁性体によって形成される。鉄心は、鉄損が発生するが、磁束を生成するステータとステータに対して相対的に回転するロータ中の永久磁石との磁氣的相互作用力を最大化することが重要であって、従来、鉄心は必要不可欠であった。最近の永久磁石の進歩は、そのような鉄心を不要化する。鉄心を用いないコアレス回転機は、特開平 8-126275 号で知られている。

【0003】鉄損がないこのようなコアレス回転機は、電動機と発電機と単一化されエネルギーの入力機であり且つエネルギーの出力機である電力貯蔵用の電動機・発電機又は発電機・電動機として用いられる場合に特に有効である。回転エネルギーである運動エネルギーを長期間的に保存することが要求される電動機・発電機は、鉄損に限られず、多様な損失原因が除かれることが望ましい。損失原因としては、鉄損の他に、軸受抵抗摩擦、空気抵抗摩擦がある。空気抵抗摩擦による損失は、回転機を真空化室に配置することにより有効に軽減される。軸受抵抗摩擦による損失は、軸受を機械的軸受から磁気軸受に代替することにより有効に軽減される。

【0004】磁気軸受で支持されるロータ軸、特に、機械的無接触ロータ軸受は、ラジアル方向に偏心し得る。ロータ軸がラジアル方向に偏心すれば、ステータ側コイルとロータ側磁石の間の回転的平衡が破れ、その磁気軸受のラジアル方向の支持力が大幅に増大し、磁気吸引力と磁気軸受支持力とに基づいて、機械的振動発振が誘起される。このような発振は、好ましくない。コアレス回

転機は、このような発振の抑制にも有効である。

【0005】コアレス回転機のロータ永久磁石の回転による磁束の変化は、ステータ巻線に僅かに渦電流を生成する。このような渦電流の生成は、ステータ巻線にリッツ巻線（特開平8-126275号参照）を用いることによって作成できるが厳密には回避され得ない。夜間に電力を貯めて昼間にその電力を放出するような長時間保存の用途で用いられる電動機・発電機では、僅かな電力損失の発生は致命的によくない。誘起電圧が回転数に比例して上昇する回転機は、その回転数が低い場合にその誘起電圧が低くて入出力動作が有効化せず、逆に、その回転数が高い場合にその誘起電圧が高くなり過ぎて、発電機巻線だけでなく電力変換器のような電氣的機器構成要素の耐圧を越えて機器損傷を招く恐れがある。

【0006】誘起電圧を適正な範囲に制御して維持することが求められる。特に、フライホイール型電動機・発電機で誘起電圧の適正な制御が望まれる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、誘起電圧を適正な範囲に制御して維持することができる電動機・発電機、及び、その電力貯蔵・電圧制御方法を提供することにある。本発明の他の課題は、特にフライホイール型でその誘起電圧を適正な範囲に制御して維持することができる電動機・発電機、及び、その電力貯蔵・電圧制御方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中に現れる技術的事項には、括弧（ ）つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、本発明の実施の複数・形態又は複数の実施例のうちの少なくとも1つの実施の形態又は複数の実施例を構成する技術的事項、特に、その実施の形態又は実施例に対応する図面に表現されている技術的事項に付せられている参照番号、参照記号等に一致している。このような参照番号、参照記号は、請求項記載の技術的事項と実施の形態又は実施例の技術的事項との対応・橋渡しを明確にしている。このような対応・橋渡しは、請求項記載の技術的事項が実施の形態又は実施例の技術的事項に限定されて解釈されることを意味しない。

【0009】本発明による電動機・発電機は、ステータ（1）と、ステータ（1）から受ける磁氣的相互作用によりステータ（1）に対して相対的に回転力を受けるロータ（3）と、ステータ（1）のアキシャル方向位置をロータ（3）に対して調整する位置調整器（16）とから構成されている。ロータ（3）とステータ（1）との間の磁氣的相互作用力を可変化することができる。このような可変化は、ステータ（1）の誘起電圧のような電氣的・磁氣的な多様な出力変数をロータの回転数、ステータ巻線の供給電流のような制御変数から独立させて制

御することに対応し、発電機・電動機・発電機の新しい技術的展開を可能にし、特に、超電導軸受型フライホイール式電力貯蔵を最適化する。ステータはコアレスであることが好ましい。

【0010】位置調整器（16）がアキシャル方向位置を任意の位置で固定するロック機能を有することは非常に重要である。そのロック機能は、電氣的入出力の制御を高精度化することができる。そのロック機構のためには、既に確立されている複数の技術が好適にそのままに適用され得る。

【0011】ロータを支持する軸受は当然に与えられている。軸受は、スラスト軸受と、ラジアル軸受とを備えている。スラスト軸受とラジアル軸受は、磁氣的相互作用により互いに支持しあうことが好ましい。この場合、磁氣的相互作用は超電導磁石により形成されていることが特に好ましい。

【0012】位置調整器（16）とステータ（1）とは、同一面に対して鏡面对称に配置され、その同一面はラジアル軸受の軸心線（図4のL）に直交している。この場合、軸心線（L）は、水平方向に向いていて、ラジアル軸受は玉軸受（21）である。玉軸受は超電導軸受であり得る。

【0013】ロータは、風車用、電気自動車用、ガスタービン用の集合から選択される1用途として用いられるロータであることが特に有効である。このような用途で用いられる場合、風車、電気自動車のモータ、ガスタービンの出力軸は、電動機・発電機の単一入出力軸に結合されることになる。

【0014】本発明による電動機・発電機の電力貯蔵方法は、同軸に配置されるロータとステータとからなる電動機・発電機の電力貯蔵方法であり、ステータ（1）をロータ（3）に対して同軸の軸方向に移動させることから構成されている。その移動させることは、電力貯蔵時に、ステータ（1）とロータ（3）との間の距離を増加させコイルに発生する渦電流損を小さくすることである。その移動させることは、更に、ロータ（3）の回転数が増加する際に、誘起電圧を一定に維持することを備える。その移動させることは、ステータ（1）の移動位置を固定することを更に備えることが特に重要である。

【0015】

【発明の実施の形態】図に対応して、本発明による電動機・発電機の実施の形態は、ロータがステータとともに設けられている。ステータ1は、図1に示されるように、全系内固定系に属するケーシング2に固着されて立ち上がっている。ステータ1には、円筒状に形成される巻線形成体を取り付けられていて、コアレスであることが特に好ましく、そのステータコイルはリッツ線で形成されていることが更に好ましい。

【0016】ロータ3は、ステータ1に同軸に配置されている。ロータ3は、ハブ軸である回転軸本体4と、ハ

ブを形成する鏝部 5 と、回転軸本体 4 にその下方で同軸に一体に結合する下方軸 7 とから形成されている。鏝部 5 は回転軸本体 4 より大径に形成され、下方軸 7 は回転軸本体 4 より小径に形成されている。

【0017】ロータ 3 は、永久磁石 12 と永久磁石 13 とを介して、ケーシング 2 に対して軸受けされ支持されている。固定系側超電導磁石 9 は、ロータ 3 の鉛直方向に向く回転軸心線 L に同軸線的に一円環領域に連続的に又は部分的に配置される磁気相互作用物質体で形成されることが好ましい。回転系側軸受部の永久磁石は、円筒部分 12 と鏝部分 13 とから形成されている。回転系側軸受は、回転軸心線対称に形成されている。

【0018】永久磁石 12 の外周面は超電導磁石 9 の内周面に適正隙間を介して対向し、永久磁石 13 の下面は超電導磁石 9 の上面に適正隙間を介して対向している。超電導磁石 9 と回転系側軸受は、互いに機械的には無接触に位置しあっている。超電導磁石 9 と永久磁石 13 とが、磁気相互作用により反発しあうマイスナー効果により互いに支持しあうスラスト軸受を形成し、且つ、超電導磁石 9 と永久磁石 12 とが磁気相互作用により反発しあうマイスナー効果により互いに支持しあうラジアル軸受を形成している。実施の本形態では、軸受は超電導現象による軸受効果を有しているが、軸受は常電導（伝導）物質により形成され得るし、玉軸受で形成されることは可能である。

【0019】ロータ 3 は、更に、多極に配置される磁石 14 を有している。複数の磁石 14 は、ラジアル方向に有効磁力線を形成する。磁石 14 は、部分的に回転軸本体の外周面と鏝部 5 の下面に強固に結合していて、ロータ 3 の一部としてステータ 1 に対して同軸に回転する。ロータ 3 は、更に、運動エネルギー保存体として機能するフライホイール 15 を有している。フライホイール 15 は、FRP で円環状又は円筒状に製作されている。

【0020】フライホイール 15 は、鉄心 18 に同様に強固に結合され、磁石 14 は部分的に鉄心 18 の内周面に強固に接合している。フライホイール 15 は、粘りがあって遠心力に対して強固であり、且つ、比較的比重が大きく、フライホイール形成材料として好適である。ステータ 1 と磁石 14 と鉄心 18 は、同期電動機を形成し、且つ、電動機・発電機（電気エネルギー入出力機）を構成している。実施の本形態では、このような電動機・発電機は、フライホイール型電力貯蔵器に一致している（identical with、同定される）。

【0021】位置調整器としての昇降用ジャッキ 16 は、ケーシング 2 に支持されている。昇降用ジャッキ 16 は、油圧的に、又は、電氣的に駆動されて鉛直方向に昇降する昇降体（図示されず）を内蔵し、その昇降（変位）位置で強固に固定される機能を有していることが特に重要である。昇降用ジャッキ 16 は、これが油圧的である場合は、シリンダとピストンから構成され、そのシリン

ダ室に供給される圧油をそのシリンダ室に閉じ込める開閉弁を開状態に維持して、ステータ 1 を任意の昇降位置に固定することができる周知機構（例示：油圧ジャッキ）である。昇降用ジャッキ 16 は、これが電氣的である場合は、電気モータとその出力回転軸であるボールスクリュウとそのボールスクリュウに噛み合っ昇降変位する昇降体とから構成され、内外の複数の他極磁界により任意の回転位置に電動機の回転体を固定して位置保持を行う周知機構（例示：NC 工作機械である旋盤の回転ヘッド制御用モータ）である。昇降用ジャッキ 16 の制御駆動により、ステータ 1 と磁石 14 との軸方向相対的位置が自在に調整され得る。

【0022】ステータ 1 とロータ 3 の軸方向移動と任意の移動位置の固定は、回転機で基本的に重要であるが、ロータが大質量物体である場合に特に重要である。大質量物体の回転速度は、電気磁氣的な物理事象に過激に影響する。ステータ 1 とロータ 3 の軸方向移動は、その過激性を効果的に緩和することができる。力学的エネルギーと電氣的エネルギーの間の変換を行う超電導軸受が用いられるような電力貯蔵システムの電動機・発電機のステータ・ロータ軸移動は、貯蔵量が大きくなれば、その変換を滑らかに行うことがより重要になる。本発明は、モータにも有効に適用され得る。

【0023】図 2 は、本発明による電動機・発電機の実施の他の形態を示している。実施の本形態は、実施の既述の形態と回転軸が水平に向いている点で基本的に異なっている。軸受は、軸心線が水平方向に向く 2 つの玉軸受 21 により形成されている。

【0024】図 3 は、本発明による電動機・発電機の実施の更に他の形態を示している。実施の本形態は、実施の図 3 の既述の形態と回転軸が水平に向いている点で同じである。実施の本形態では、回転軸本体 4 と磁石 14 とフライホイール 15 と位置調整器 16 とが、回転軸心線に直交する 1 鉛直面に対して鏡面对称に形成されている。両側に一対として配置される位置調整器 16 は、同期的に制御されて駆動される。

【0025】

【発明の効果】本発明による電動機・発電機、及び、その電力貯蔵・電圧制御方法は、誘起電圧を適正な範囲に制御して維持することができ、特にフライホイール型超電導軸受式エネルギー貯蔵システムで、誘起電圧を適正な範囲に制御することの技術的效果が大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明による電動機・発電機の実施の形態を示す断面図である。

【図 2】図 2 は、本発明による電動機・発電機の実施の他の形態を示す断面図である。

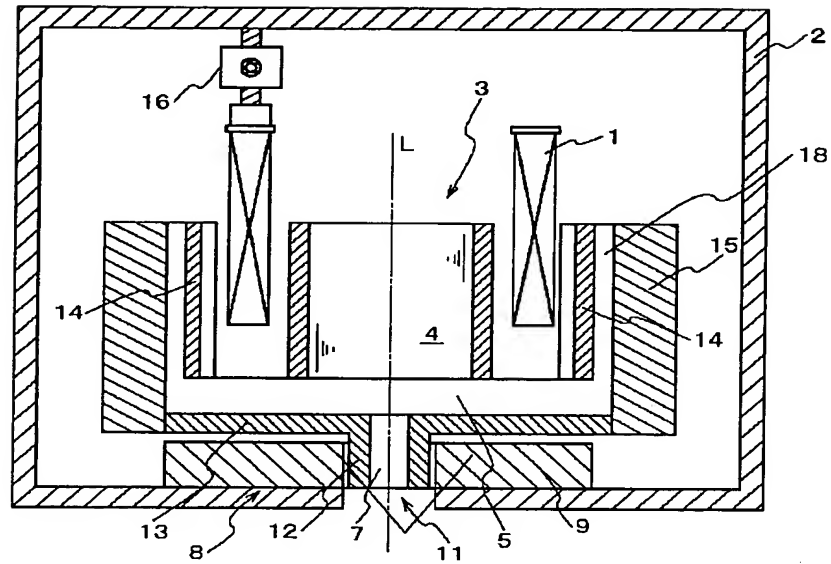
【図 3】図 3 は、本発明による電動機・発電機の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【符号の説明】

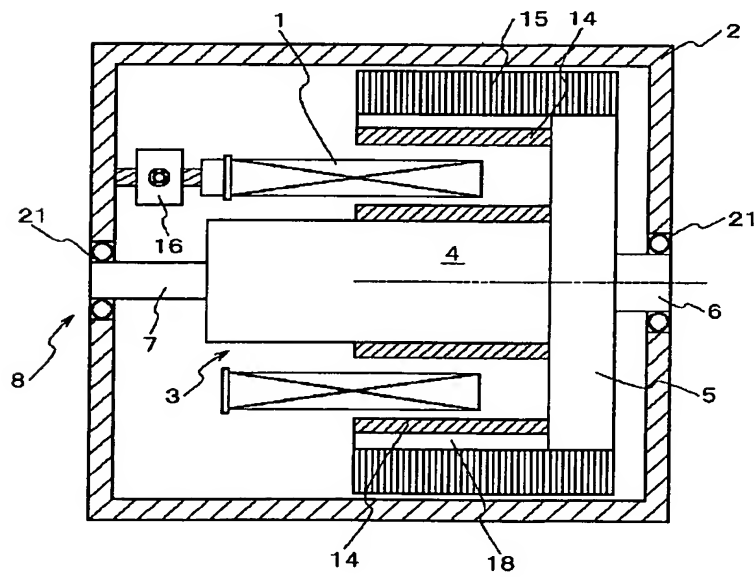
1…ステータ  
3…ロータ  
11…軸受  
13…永久磁石

16…位置調整器  
21…玉軸受  
L…軸心線

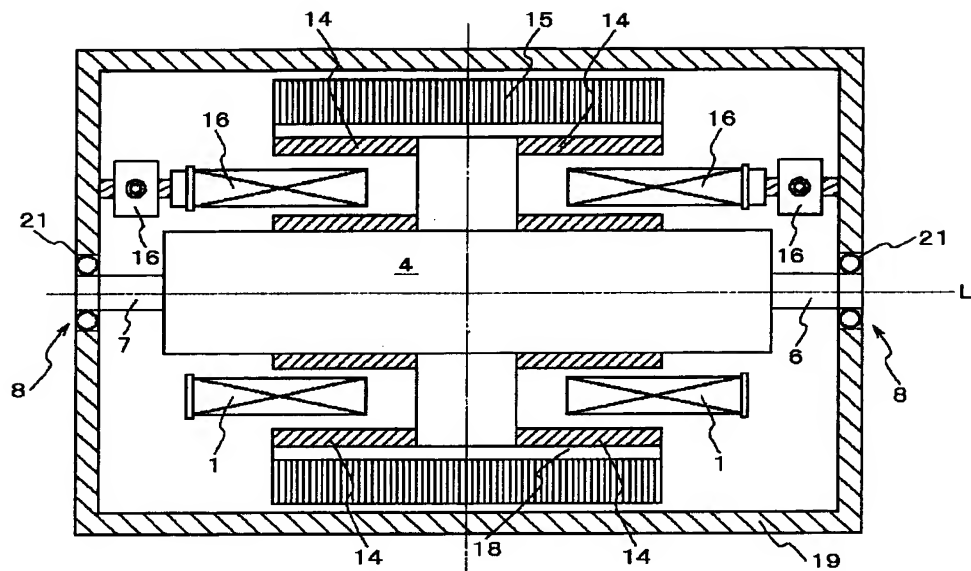
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(72) 発明者 河島 裕  
 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号  
 三菱重工業株式会社高砂製作所内

F ターム (参考) 3J101 AA02 AA42 AA52 AA62 GA24  
 5H605 BB01 BB05 CC01 CC02 CC03  
 CC04 CC05 DD05 EA06 EB01  
 EB06  
 5H607 AA14 BB01 BB14 BB21 BB26  
 CC01 DD01 DD02 DD03 DD08  
 EE42 GG08 GG19  
 5H621 AA03 BB07 GA16 HH01 JK03  
 JK07 JK17 PP02